２０２５年度　私大医学部入試

２０２５年１月２６日　実施

川崎医科大学

医学部　一般　物 理

（制限時間　理科２科１２０分）

解答速報

医学部専門予備校 D組

解　答

第１問

ア	④	イ	③

第２問

ウ	④	エ	⓪	オ	⑥	カ	⑤	キ	③
ク	⑦	ケ	⑥						

第３問

コ	②	サ	②	シ	⓪	ス	⑨	セ	⓪

第４問

ソ	①	タ	⑦	チ	①	ツ	①	テ	⑥

第５問

ト	③	ナ	⑦	ニ	㊀	ヌ	⑨	ネ	⑦

解　　説

第１問

陽子と中性子は，３つのクォークの組合せで構成されている。

陽子がuクォークn個，dクォーク$(3-n)$個の組合せで構成されているとすると，その合計の電荷が1であることから，

$$\frac{2}{3}n-\frac{1}{3}(3-n)=1 \qquad \therefore \quad n=2$$

であることがわかる。したがって，陽子は $\underbrace{\text{uクォーク2個，dクォーク1個}}_{\boxed{\text{ア}}}$ から成る。

同様に，中性子がuクォークm個，dクォーク$(3-m)$個の組合せで構成されているとすると，その合計の電荷が0であることから，

$$\frac{2}{3}m-\frac{1}{3}(3-m)=0 \qquad \therefore \quad m=1$$

であることがわかる。したがって，中性子は $\underbrace{\text{uクォーク1個，dクォーク2個}}_{\boxed{\text{イ}}}$ から成る。

第２問

問１　粒子１と２が最も近づいたとき，粒子１と２の速度は等しく，ともにvである。運動量保存則より，

$$(m_1+m_2)v=m_1v_1 \qquad \therefore \quad v=\underbrace{\frac{m_1}{m_1+m_2}v_1}_{\boxed{\text{ウ}}}$$

力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2+\frac{k_0q_1q_2}{r_{\min}}=K_1$$

が成り立つ。$\boxed{\text{ウ}}$の式を代入して，

$$\frac{1}{2}\frac{{m_1}^2}{m_1+m_2}{v_1}^2+\frac{k_0q_1q_2}{r_{\min}}=K_1$$

さらに，$K_1=\dfrac{1}{2}m_1{v_1}^2$を用いて$v_1$を消去して整理すれば，

$$\frac{m_1}{m_1+m_2}K_1+\frac{k_0q_1q_2}{r_{\min}}=K_1 \qquad \therefore \quad r_{\min}=\underbrace{\frac{k_0q_1q_2(m_1+m_2)}{m_2K_1}}_{\boxed{\text{エ}}}$$

問２　統一原子質量単位をm_0，電気素量をeとする。粒子１がアルファ粒子，粒子２が炭素原子核${}^{12}_{6}\mathrm{C}$のとき，$m_1=4m_0$，$m_2=12m_0$，$q_1=2e$，$q_2=6e$である。このとき，

$$r_{\min} = \frac{k_0 \cdot 2e \cdot 6e\left(4m_0 + 12m_0\right)}{12m_0 K_1} = \frac{16k_0 e^2}{K_1}$$

である。$r_{\min} \leqq 3.2 \times 10^{-15}$ m となるためには,

$$\frac{16k_0 e^2}{K_1} \leqq 3.2 \times 10^{-15}\ \mathrm{m} \qquad \therefore \quad \frac{16k_0 e^2}{3.2 \times 10^{-15}\ \mathrm{m}} \leqq K_1$$

でなければならない。$1\,\mathrm{eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ J に注意して不等式の左辺の値を計算すると,

$$\begin{aligned}\frac{16k_0 e^2}{3.2 \times 10^{-15}\ \mathrm{m}} &= \frac{16 \cdot 8.988 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2} \cdot \left(1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}\right)^2}{3.2 \times 10^{-15}\ \mathrm{m} \cdot 1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{J/eV}} \\ &= 7.2 \times 10^6\ \mathrm{eV} \\ &= \underbrace{7.2\,\mathrm{MeV}}_{\boxed{オ}}\end{aligned}$$

となる。

問３ 衝突前, 原点からじゅうぶん離れた位置でほぼ一定の速度 v_1 で運動していた粒子１は, 衝突によって減速した後, 粒子２からじゅうぶん離れた後は v_1 より小さい一定の速度で運動するようになる。これを最もよく表しているグラフは $\underbrace{⑤}_{\boxed{カ}}$ である。

衝突前, 原点で静止していた粒子２は衝突によって正の向きに加速され, 粒子１からじゅうぶん離れた後は一定の正の速度で運動するようになる。これを最もよく表しているグラフは $\underbrace{③}_{\boxed{キ}}$ である。

粒子１と２の運動エネルギーと静電気力による位置エネルギーの和は一定に保たれる。静電気力による位置エネルギーは, 粒子１と２が互いに接近しているときには正の値をとり, 衝突よりも前や後に互いにじゅうぶん離れているときにはほぼ0となる。このことから, 粒子１と２の運動エネルギーの和は, 衝突の前後だけ減少し, 衝突の前や後に互いにじゅうぶん離れているときにはほぼ一定の値となる。これを最もよく表しているグラフは $\underbrace{⑦}_{\boxed{ク}}$ である。

衝突前に互いにじゅうぶん離れているときには距離は一定の割合で縮み, 衝突後に互いにじゅうぶん離れているときには距離は一定の割合で伸びていく。衝突時に最接近したときに距離は最も小さくなる。これを最もよく表しているグラフは $\underbrace{⑥}_{\boxed{ケ}}$ である。

第３問

問１　初期状態では，気体の圧力は p_0，体積は SL であるから，内部エネルギーは，

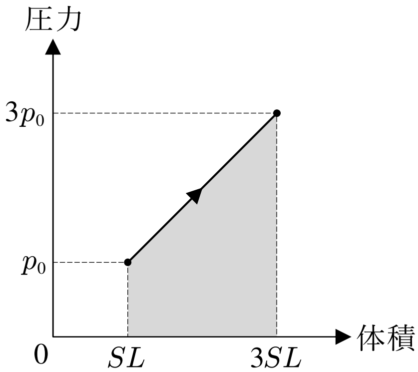
$\underbrace{\dfrac{3p_0SL}{2}}_{\boxed{\text{コ}}}$ である。

問２　ばね定数を k とする。ピストンが動き終わったときの，ピストンにはたらく力のつり合いより，

$$k\cdot 2L + p_0S = 3p_0S \qquad \therefore \quad k = \underbrace{\frac{p_0S}{L}}_{\boxed{\text{サ}}}$$

問３　この過程は $p-V$ 図上で右図のような線分で表される。この過程で気体が外部にした仕事 W は，図の台形の面積で求められ，

$$W = \frac{1}{2}(3p_0 + p_0)(3SL - SL)$$
$$= \underbrace{4p_0SL}_{\boxed{\text{シ}}}$$



問４　ピストンが動き終わったときの気体の温度を $T_{\rm f}$ とすると，ボイル・シャルルの法則より，

$$\frac{3p_0\cdot 3SL}{T_{\rm f}} = \frac{p_0SL}{T_0}$$
$$\therefore \quad T_{\rm f} = \underbrace{9T_0}_{\boxed{\text{ス}}}$$

問５　この過程での内部エネルギーの変化 $\varDelta U$ は，

$$\varDelta U = \frac{3}{2}\cdot 3p_0\cdot 3SL - \frac{3}{2}p_0SL = 12p_0SL$$

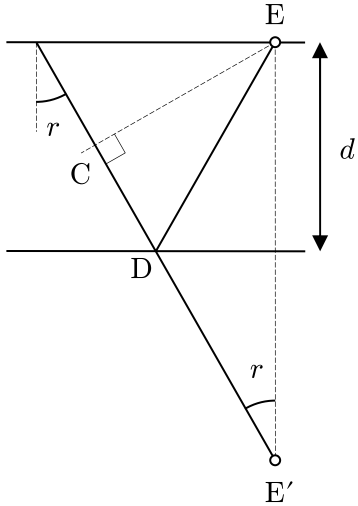
である。気体に加えられた熱量は，熱力学第一法則より，

$$\varDelta U + W = 4p_0SL + 12p_0SL = \underbrace{16p_0SL}_{\boxed{\text{セ}}}$$

第４問

問１　BB′およびCEは波面であるためBとB′およびCとEは同位相である。このため，経路B′→Eと光路長の等しい経路は $\underbrace{\mathrm{B}\to\mathrm{C}}_{\boxed{ソ}}$ である。

問２　経路C→D→Eの長さが光①と②の経路差に相当する。薄膜とガラスの境界による点Eの鏡像を点E′とすれば，経路差は線分CE′の長さに等しい。ゆえに屈折角を r とすれば，光①と②の経路差は $2d\cos r$ と表せる。



よって光路差 Δl は $\Delta l = 2nd\cos r$ と表せる。屈折の法則より，

$$\sin i = n\sin r \qquad \therefore \quad \cos r = \sqrt{1-\frac{\sin^2 i}{n^2}}$$

であるから，

$$\Delta l = \underbrace{2nd\sqrt{1-\frac{\sin^2 i}{n^2}}}_{\boxed{タ}}$$

問３　屈折率が小さい物質から屈折率が大きい物質へ入射するとき，反射光は入射光に対して位相が π だけずれる。空気より薄膜，薄膜よりガラスの屈折率が大きいから，点D，Eのいずれの反射においても位相は $\underbrace{\pi\text{ずれる}}_{\boxed{チ},\boxed{ツ}}$

問４　反射による位相変化を考慮して，光が弱め合う条件は，

$$\Delta l = \underbrace{\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda}_{\boxed{テ}} \quad (m = 0,\ 1,\ 2,\ \cdots)$$

第５問

問１　^{235}U の半減期は T であるから時間 $3T$ 経過で $\underbrace{\dfrac{1}{8}}_{\boxed{\text{ト}}}$ 倍になる。

問２　^{238}U の半減期は $6T$ であるから時間 $3T$ 経過で $\underbrace{\dfrac{1}{\sqrt{2}}}_{\boxed{\text{ナ}}}$ 倍になる。

問３　^{235}U の半減期は T であるから時間 $6T$ 前には $2^6 = \underbrace{64}_{\boxed{\text{ニ}}}$ 倍存在していた。

^{238}U の半減期は $6T$ であるから時間 $6T$ 前には $\underbrace{2}_{\boxed{\text{ヌ}}}$ 倍存在していた。

問４　求める時刻を t とすれば,

$$\frac{n\left(\dfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}}{m\left(\dfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{6T}}} = 4r = 4\frac{n}{m} \quad \Longrightarrow \quad \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5t}{6T}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-2} \qquad \therefore \quad t = \underbrace{-\frac{12}{5}T}_{\boxed{\text{ネ}}}$$